

Л. А. Антоненко

## К СРАВНИТЕЛЬНО-АНАТОМИЧЕСКОМУ И ФУНКЦИОНАЛЬНОМУ АНАЛИЗУ АРТЕРИЙ ПРЕДПЛЕЧЬЯ НЕКОТОРЫХ ПОЗВОНОЧНЫХ

Недостаточная изученность строения магистральных артерий предплечья позвоночных и противоречия в трактовке роли функции конечностей в перестройке их сосудов побудили нас предпринять данное исследование. Изучалось строение стенки локтевой, лучевой и межкостной артерий у амфибий: зеленая лягушка (*Rana temporaria*) — 3 (6 фрагментов); рептилий: болотная черепаха (*Emys orbicularis*) — 3 (5); птиц: ливийский голубь (*Columba livia*) — 3 (6); млекопитающих: домашний кролик (*Oryctolagus cuniculus*) — 2 (5), собака (*Canis familiaris*) — 4 (8) и у человека (*Homo sapiens*) — 4 (8). Фрагменты артерий фиксировали в 12%-ном нейтральном формалине и заливали в целлоидин. Срезы толщиной 6—8 мкм окрашивали гематоксилином и эозином, по Ван-Гизону, толудиновым синим, фукселином по Харту с докрасиванием пикрофуксином.

Наружный и внутренний диаметры сосудов определяли на поперечных срезах по методу Иоффе (1952). Для определения тех же параметров сосудов, имеющих эллиптическую форму сечения, применили формулу для определения площади эллипса (Выгодский, 1977):  $D = 2\sqrt{ab}$ , где  $D$  — искомый диаметр,  $a$ ,  $b$  — полуоси эллипса. Измерения проводили при помощи линейного окуляр-микрометра. В качестве основных показателей степени развития среднего слоя артерии использовали индекс Керногана и отношение толщины меди к толщине всей стенки артерии.

Наши исследования показали, что магистральные артерии предплечья можно отнести к мышечному типу, за исключением артерий голубя. Для всех животных характерно слабое развитие интимы: она представлена 1—2 (иногда 2—3) слоями эндотелия и субэндотелиальных клеток. Внутренняя эластическая мембрана артерий амфибий, рептилий и птиц имеет продольноволокнистое строение, а у млекопитающих — это гомогенная пластинка с очаговой продольной волокнистостью. В средней оболочке мышечные элементы расположены обычно спирально и окружены сетью коллагеновых и эластических волокон, образующих каркас стенки сосуда. Наружная оболочка (адвентиция) состоит из коллагеновых и эластических волокон, содержит нервные пучки, хорошо развитую сеть мелких сосудов, имеет обычный клеточный состав. Эластическая ткань адвентиции на границе со средней оболочкой уплотняется, формируя у голубя, собаки и человека так называемую наружную эластическую мембрану.

Для артерий лягушки характерны незначительное развитие эластической ткани в среднем слое, узкий просвет и необычайно мощная плотная наружная оболочка, содержащая мышечные клетки (рис. 1, а). Каркас стенки артерии образует не эластическая ткань меди, как у других животных, а коллагеновая ткань адвентиции. В связи с проникновением значительного количества мышечных элементов в адвентицию трудно определить границу между ней и средней оболочкой. Меланофоры в значительном количестве окружают артерию, они также проникают в мышцы, сопровождая мелкие сосуды.

Для артерий черепахи характерно слабое развитие эластической ткани, причем в средней оболочке она имеет вид тонких циркулярных волокон (рис. 2, а). В наружные слои меди из адвентиции очагово проникают коллагеновые волокна.

Артерии голубя мышечно-эластического типа, в их стенках хорошо развита эластическая ткань. Она представлена плотными наружной и внутренней эластическими

мембранами и добавочными 3—5 мембранами, полностью охватывающими просвет (рис. 2, б), волокна радиально подходят к наружной и внутренней эластическим мембранам. Обращает на себя внимание мощное развитие эластической ткани не только в магистральных артериях и сопровождающих их венах, но и во внутримышечных артериях.

Средняя оболочка артерий кролика мощная, на препаратах обычно сокращена, и поэтому просвет артерий узкий (рис. 1, б). Эластический каркас представлен внутрен-

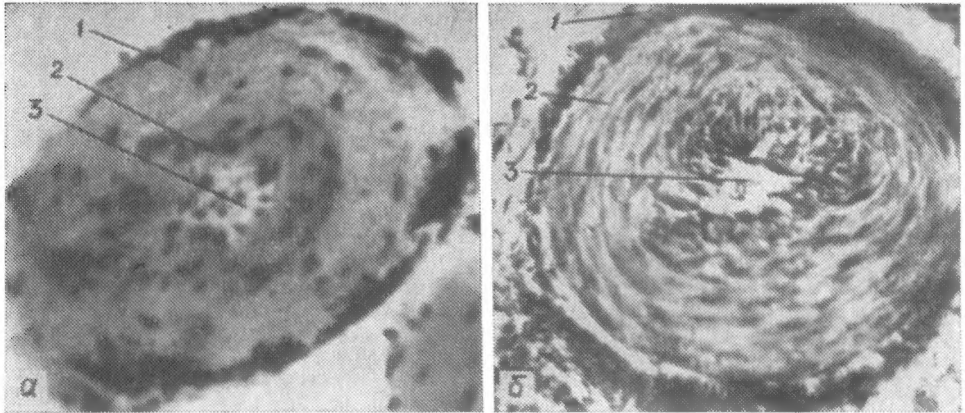


Рис. 1. Лучевая артерия:

а — зеленой лягушки (гематоксилин-эозин,  $\times 240$ ); б — кролика (Ван-Гизон,  $\times 240$ , верхняя треть); 1 — адвентиция; 2 — медиа; 3 — просвет.

ней эластической мембраной, циркулярно расположенными в медиэ эластическими волокнами и небольшим скоплением эластической ткани в адвентиции на границе с медией.

В артериях предплечья собаки средняя оболочка содержит несколько добавочных эластических мембран, почти полностью окружающих просвет. В области нижней трети предплечья эти мембраны исчезают, а остаются только циркулярно расположенные эластические волокна (рис. 2, в). Особенностью лучевой артерии является наличие хорошо выраженных пучков продольно идущих мышечных волокон в наружном слое медиэ.

Артерии предплечья человека существенно отличаются от гомологичных артерий животных большим развитием внутренней и средней оболочек, а также тем, что в интима к центру сосуда от внутренней эластической мембраны можно различить до 6 рядов эндотелиальных и субэндотелиальных клеток. Здесь же отмечается 7—8 добавочных эластических мембран, нежные коллагеновые и продольные гладкомышечные волокна. Под внутренней эластической мембраной располагается рыхлая соединительная ткань (рис. 3, а). Средняя оболочка насыщена эластическими элементами и коллагеновыми волокнами. Она, как правило, разделяется соединительной тканью на 2 слоя. Наружный слой содержит только циркулярные, а внутренний — циркулярные и продольные мышечные волокна (рис. 3, б).

Сопоставляя структуру исследованных магистральных артерий, мы обратили внимание на то, что, как правило, для сосудов большего диаметра характерна более тонкая средняя оболочка, больший просвет, меньший индекс Керногана и лучшее развитие эластичности. У лягушки, черепахи, собаки и человека более крупным сосудом предплечья является лучевая артерия, а у голубя и кролика — локтевая. Строение стенки одного и того же сосуда по его длиннику изменяется: возрастает толщина медиэ за счет мышечной ткани, уменьшается просвет, увеличивается индекс Керногана и ослабевает эластический каркас стенки. Толщина среднего слоя артерий возрастает за счет циркулярных мышечных волокон. Продольно идущие пучки мышечных клеток в стенке лучевой артерии собаки дистально истончаются и заменяются в нижней трети сосуда разрозненными волокнами.

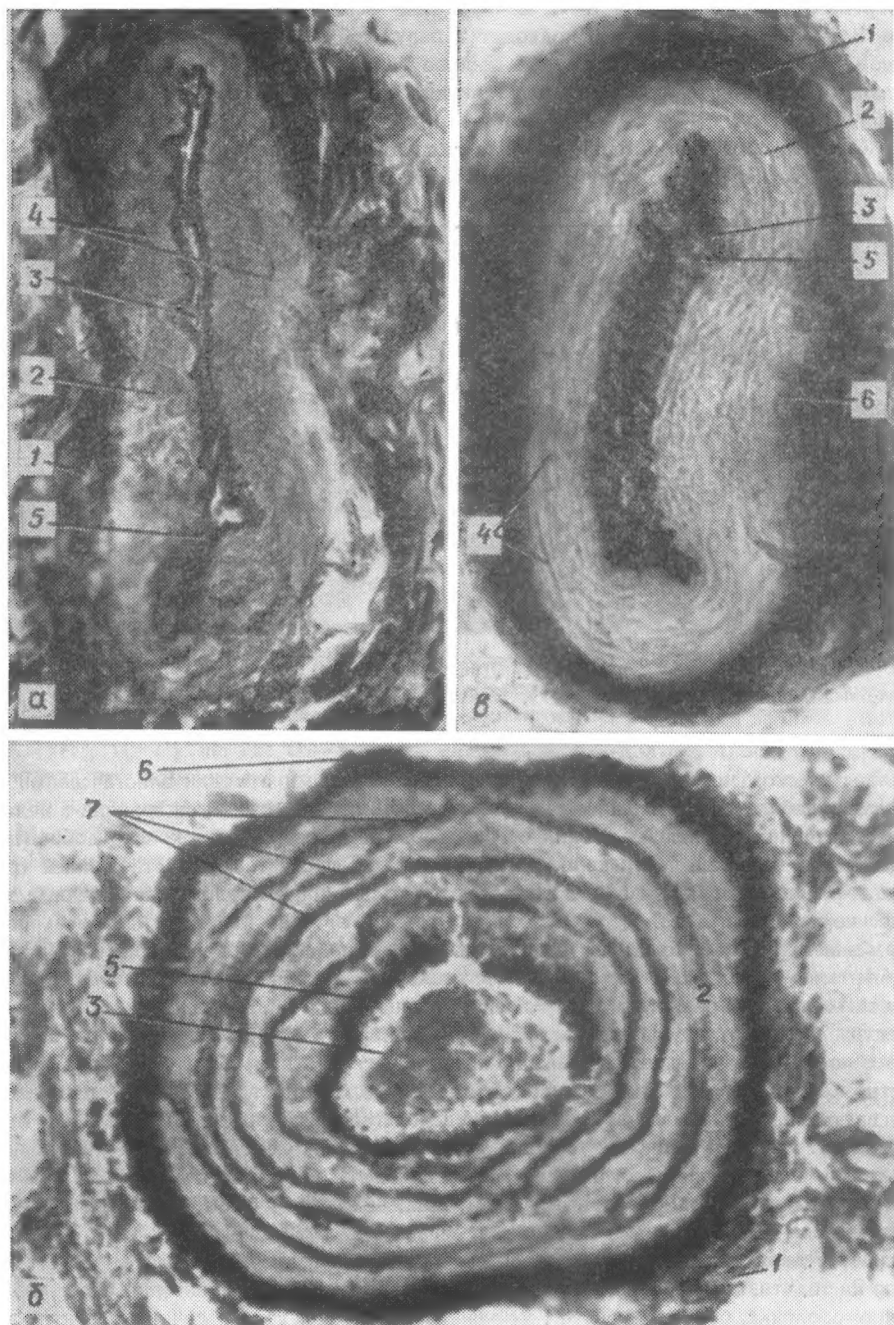


Рис. 2. Локтевая артерия (фукселин по Харту с пикрофуксином,  $\times 240$ ):  
 а — болотной черепахи; б — ливийского голубя (верхняя треть); в — собаки; 1 — адвентиция; 2 —  
 медиа; 3 — просвет; 4 — эластические волокна; 5 — внутренняя эластическая мембрана; 6 — наруж-  
 ная эластическая мембрана; 7 — дополнительные эластические мембраны.

Отношение меди к толщине всей стенки сосудов (%) и индексы Керногана (сред-  
 ние величины) составили соответственно у лягушки 30,8 и 0,27; черепахи 44,8 и 0,42;  
 голубя 54,6 и 0,70; кролика 61,2 и 1,24; собаки 74,0 и 0,84; человека 32,6 и 0,15. Эти

данные свидетельствуют о возрастании толщины меди в ряду организмов, расположенных в порядке усложнения их общей организации и нарастания локомоторной активности. Исключение составляет человек, рука которого не принимает участия в статолокомоции и может функционировать в самых различных биомеханических и энергетических режимах. В связи с этим ее артериальная система обладает большими возможностями дозировать кровоснабжение в соответствии с характером функции и величиной

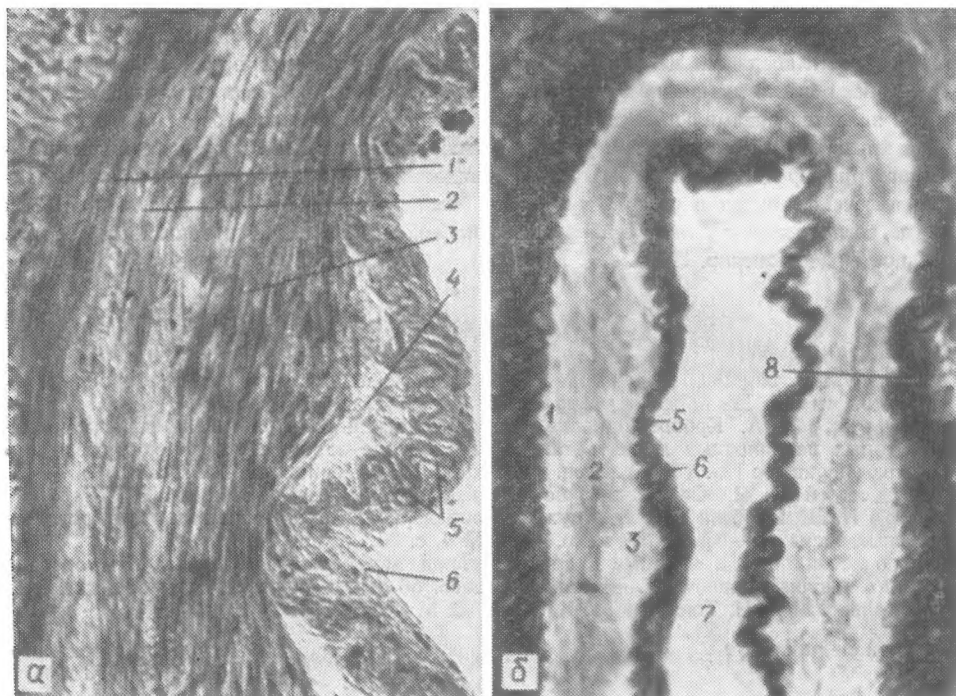


Рис. 3. Артерии руки человека:

*а* — лучевая (гематоксилин-эозин,  $\times 440$ ); *б* — локтевая (фуксин по Харту с пикрофуксином,  $\times 240$ , верхняя треть); 1 — наружный слой мышечных волокон меди; 2 — соединительнотканная прослойка меди; 3 — внутренний слой мышечных волокон меди; 4 — рыхлая соединительная ткань; 5 — внутренняя эластическая мембрана; 6 — эндотелий и субэндотелиальный слой интимы; 7 — просвет; 8 — наружная эластическая мембрана.

испытываемой нагрузки: у артерий широкий просвет, в их стенках значительно развита эластика, особенно в средней и даже во внутренней оболочке, а также хорошо развита мышечная ткань артериальной стенки.

Наименьшей дифференцированностью отличаются стенки артерий лягушки, каркас которых составляют, главным образом, коллагеновые волокна адвентиции. Последняя необычайно толстая, концентрически организованная и может быть ошибочно принята за наружный слой меди. Структура артерий черепахи более сложная, однако и в них адвентиция мощная, состоит из коллагеновых волокон, часть которых очагово внедряется в среднюю оболочку, а эластический каркас стенки слабо выражен. то согласуется с данными В. П. Курковского (1947) и Ю. П. Антипчука и Т. А. Гибрадзе (1973).

Для теплокровных животных характерна высокая степень дифференцировки оболочек стенки артерий, хорошее развитие меди, а в ней — мышечных элементов и эластики. Особенно хорошо развита эластическая ткань в стенках артерий крыла голубя, приспособленного к продолжительному машущему полету, требующему обильного кровоснабжения. При выпрямлении крыла сосуды его растягиваются и наполняются кровью. Этому способствует наличие мощного эластического каркаса, благодаря которому просвет сосудов всегда раскрыт. Сосуд может растягиваться вишь также с

помощью радиальных эластических волокон. При складывании крыла артерии сжимаются, и кровь устремляется в капилляры и ткани. При работе крыла в режиме максимального напряжения такая система периферического насоса наиболее выгодна. При работе в легком режиме просвет сосудов уменьшается силой сокращения циркулярных мышечных элементов, и количество поступающей в крыло крови также уменьшается. Регулятором притока крови у наземных четвероногих является мышечный слой средней оболочки магистральных и органических артерий. Этим можно объяснить превалирующее развитие мышечных элементов в периферических отделах артерий. Однако такая система регуляции кровотока связана с утомлением мышечной ткани сосудов. Очевидно, чувство усталости возникает не только от усталости скелетных мышц, но и мышц сосудов.

Таким образом, мышечно-эластическое строение магистральных сосудов предплечья голубя является оптимальным для кровоснабжения одновременно сокращающихся всех мышц крыла птиц. Значительное развитие мышечных элементов в стенках магистральных артерий предплечья млекопитающих свидетельствует о последовательном характере включения мышц в работу и о разнообразии режимов работы конечностей. Эти данные согласуются с данными о функциональной специфике внутриорганных сосудов конечностей (Антоненко, 1975).

#### ЛИТЕРАТУРА

- Антипчук З. П., Гибрадзе Т. А. К сравнительной морфологии кровеносных сосудов легких. Тбилиси: Мецниереба, 1973.— 195 с.  
 Антоненко Л. А. Кровоснабжение и строение мышц-антагонистов предплечья некоторых позвоночных и человека.— В кн.: Общие закономерности морфогенеза и регенерации: Тез. VI Укр. респ. науч. конф. АГЭ. Тернополь, 1975, с. 10.  
 Выгодский М. Я. Справочник по высшей математике.— М.: Наука, 1977.— 870 с.  
 Иоффе И. Л. Простой способ наружного определения внутренних размеров кровеносных сосудов.— Врачебное дело, 1952, № 4, с. 362.  
 Курковский В. П. Данные к сравнительной микроскопической анатомии артерий позвоночных животных.— В кн.: Сб., посв. 50-летию науч., педаг. и обществ. деятельности В. Н. Тонкова. Тр. ВМА им. С. М. Кирова, 1947. с. 10—28.

Одесский мединститут

Поступила в редакцию  
22.VIII 1978 г.

УДК [591.9+591.951] : 599.723

Н. В. Лобанов

### СОВРЕМЕННОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ И НАЛИЧИЕ В ЗООПАРКАХ АФРИКАНСКОГО ДИКОГО ОСЛА (*EQUUS ASINUS SCLATER*, 1885)

Африканский дикий осел в прошлом был широко распространен на севере и северо-востоке Африки. Современный его ареал сильно сократился и ограничивается территориями Эфиопии и Сомали (рисунок). Кроме того, небольшой изолированный участок обитания лежит в центре Сахары, на границе Ливии и Нигера. Возможно, большая часть животных, которых там наблюдали в последние годы,— одичавшие домашние ослы.

Вид ныне представлен двумя подвидами: сомалийским — *Equus asinus somalicus* (= *E. a. taeniopus*) и нубийским — *E. a. africanus*. Третий подвид — атласский осел (*E. a. atlanticus*) полностью истреблен еще в III в. н. э., нубийский и сомалийский ослы занесены в «Красную Книгу».

Нубийский дикий осел некогда многочисленный, в настоящее время близок к вымиранию. В 1970 г. видели (Каррингтон, 1974) небольшое стадо (10 особей),